

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

T S2/5/1

2/5/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2004 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04901548 \*\*Image available\*\*

ULTRASONIC MOTOR

PUB. NO.: 07-194148 [JP 7194148 A]

PUBLISHED: July 28, 1995 (19950728)

INVENTOR(s): KACHI TAKATOSHI

MATSUMOTO KENJI

APPLICANT(s): SUMITOMO HEAVY IND LTD [000210] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 05-330450 [JP 93330450]

FILED: December 27, 1993 (19931227)

INTL CLASS: [6] H02N-002/00

JAPIO CLASS: 43.1 (ELECTRIC POWER -- Generation)

JAPIO KEYWORD:R005 (PIEZOELECTRIC FERROELECTRIC SUBSTANCES); R007  
(ULTRASONIC WAVES)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To reduce the vibration of an ultrasonic motor propagated to the outside through a rotor so as to improve the silentness and efficiency of the motor by setting a vibrating condition so that the outer end of the rotor and a second resonator can become nodes of resonant vibrations.

CONSTITUTION: A rotor 101, first resonator 104a, and second resonator 104b are arranged in this order in the direction of axis of rotation and an ultrasonic vibrator 105 which generates vibrations in the direction of the axis of rotation is held between the resonators 104a and 104b so that a rotational driving force can be given to the rotor 101 from vibrations produced at the contacting section between the resonator 104a and rotor 101. In such an ultrasonic motor, a vibrating condition is set so that the outer ends of the rotor 101 and resonator 104b can become nodes of resonant vibrations. In order to create a rigidity difference among the resonators 104a and 104b and rotor 101, the resonator 104a is constituted of an aluminum material and the resonator 104b and rotor 101 are made of steel.

?

T S5/5/1

5/5/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010396716 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1995-298029/199539

XRPX Acc No: N95-226270

Ultrasonic motor obtaining torque by vibration of ultrasonic vibrator  
consisting of piezoelectric element - has oscillating conditions set up  
so that end side might serve as node of resonant vibration outside each  
of rotor and second resonator NoAbstract

Patent Assignee: SUMITOMO HEAVY IND LTD (SUMH )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 7194148	A	19950728	JP 93330450	A	19931227	199539 B

Priority Applications (No Type Date): JP 93330450 A 19931227

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

JP 7194148 A 6 H02N-002/00

Title Terms: ULTRASONIC; MOTOR; OBTAIN; TORQUE; VIBRATION; ULTRASONIC;  
VIBRATION; CONSIST; PIEZOELECTRIC; ELEMENT; OSCILLATING; CONDITION; SET;  
UP; SO; END; SIDE; SERVE; NODE; RESONANCE; VIBRATION; ROTOR; SECOND;  
RESONANCE; NOABSTRACT

Derwent Class: V06

International Patent Class (Main): H02N-002/00

File Segment: EPI

?

(10) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-194148

(43) 公開日 平成7年(1995)7月28日

(51) Int.Cl.

H02N 2/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全6頁)

(21) 出願番号

特願平5-330450

(22) 出願日

平成5年(1993)12月27日

(71) 出願人 000002107

住友重機械工業株式会社

東京都品川区北品川五丁目9番11号

(72) 発明者 加地 孝敏

愛知県大府市朝日町六丁目1番地 住友重

機械工業株式会社名古屋製造所内

(72) 発明者 松本 健司

愛知県大府市朝日町六丁目1番地 住友重

機械工業株式会社名古屋製造所内

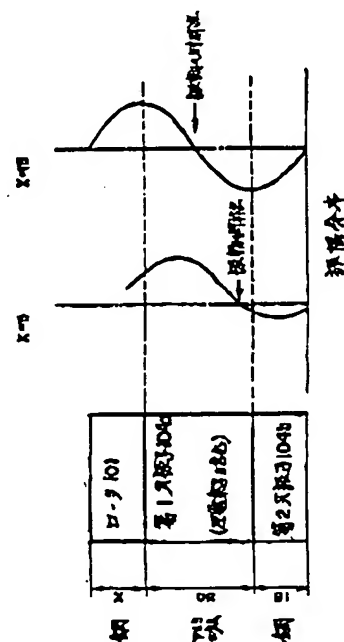
(74) 代理人 弁護士 牧野 順博 (外2名)

(54) 【発明の名称】 超音波モータ

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 特にロータからの振動の外部への伝播を軽減する。

【構成】 ロータ101と第1共振子104aと第2共振子104bとがこの順に配置され、第1共振子104aと第2共振子104bとの間に、回転軸線方向の振動を発生する超音波振動子が挟持された超音波モータにおいて、ロータ101と第2共振子104bの各外端面が共振振動の面となるように振動条件を設定した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転軸線方向にロータと第1共振子と第2共振子とがこの順に配置され、第1共振子と第2共振子との間に、回転軸線方向の振動を発生する超音波振動子が挟持され、第1共振子とロータの接触部に生じる振動によってロータに回転駆動力を与える超音波モータにおいて、

前記ロータと第2共振子の各々の外端側が共振振動の節となるように振動条件を設定したことを特徴とする超音波モータ。

【請求項2】 請求項1において、

前記ロータと第2共振子の各々の外端側が共振振動の節となるような振動条件を、振動モードを変更することにより実現したことを特徴とする超音波モータ。

【請求項3】 回転軸線方向にロータと第1共振子と第2共振子とがこの順に配置され、第1共振子と第2共振子との間に、回転軸線方向の振動を発生する超音波振動子が挟持され、第1共振子とロータの接触部に生じる振動によってロータに回転駆動力を与える超音波モータにおいて、

前記ロータと第2共振子を同程度の高剛性に構成し、第1共振子をそれより低剛性に構成したことを特徴とする超音波モータ。

【請求項4】 請求項3において、

前記ロータと第2共振子の各々の外端側が共振振動の節となるように振動モードを設定し、前記共振振動の対称点を境界として、ロータ側の領域と第2共振子側の領域の固有振動数が等しくなるように、ロータの剛性を設定したことを特徴とする超音波モータ。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかに記載の超音波モータにおいて、

前記ロータと第1共振子の接触部が、共振振動の腹となるように振動モードを設定したことを特徴とする超音波モータ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、超音波モータに関する。

【0002】

【従来の技術】 超音波モータは、圧電素子等からなる超音波振動子の振動により回転力を得る新しい原理に基づくモータである。

【0003】 そのため、超音波振動子の振動が外部（モータの固定用部材や被駆動物）に伝播し、外部のものを振動させたり、逆に外部の構成物の影響で超音波振動子の固有振動モードが変化したりするという問題がある。これらはモータの安定性や効率を悪化させる原因となる。

【0004】 その対策として、従来では、駆動力の発生に欠かせない振動部分と、振動を伝えたくない部分（例

えばケーシング）との間に、吸振性の高い材料（例えばゴム）を介在させたり、モータ固定部材として薄い板や細い棒等の振動の伝わりにくい部材を用いる方法がとられていた。

【0005】 これらの技術は、既に生じている振動を遮断するという考えに基づくものであるが、本来、超音波モータの駆動力を生むための振動部分（振動体とロータの境界）以外の振動は、モータの機能として不必要なものであるから、このような外部との境界における振動は、エネルギーの損失をもたらす。

【0006】 そこで、これを改善するものとして、特開平4-101675号公報に記載の超音波モータが提案されている。

【0007】 この超音波モータは、振動体を第1共振子と第2共振子とに分離してこの間に超音波振動子を挟み、ロータ側の第1共振子を低剛性、ケーシング側の第2共振子を高剛性とし、該高剛性の第2共振子をケーシングに固定することにより、振動体の振動がケーシングに伝わり難い構成としたものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、特開平4-101675号公報に記載の超音波モータにおいても、ロータを介しての被駆動物への振動伝播の問題については考慮されていなかった。より正確に言う、従来は、ロータの振動は、超音波モータの駆動力を取出すためには必要不可欠であり、従ってロータへの振動の伝播は大きければ大きい程良いという発想しかなかった。

【0009】 そのため、必然的に、特に高トルク超音波モータ（例えば出願人が特開平5-267167で提案した未公知の高トルク超音波モータ）を実現するためにロータを振動体に強く押し付けるようにした場合には、振動体からロータへの振動伝達率が大きくなり、その結果、ロータの振動が大きくなって、ロータ自体における振動損失やロータを介して被駆動物に伝播される振動（回転トルク以外のエネルギー伝播）が無視できなくなるという問題があった。

【0010】 本発明は、このような従来の課題に鑑みてなされたものであって、ロータを介して外部へ伝播される振動を低減し、静粛性と効率の向上を図るようにした超音波モータを提供することをその目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】 請求項1の発明は、回転軸線方向にロータと第1共振子と第2共振子とがこの順に配置され、第1共振子と第2共振子との間に、回転軸線方向の振動を発生する超音波振動子が挟持され、第1共振子とロータの接触部に生じる振動によってロータに回転駆動力を与える超音波モータにおいて、前記ロータと第2共振子の各々の外端側が共振振動の節となるように振動条件を設定したことにより、上記課題を解決したものである。

【0012】請求項2の発明は、請求項1において、前記ロータと第2共振子の各々の外端側が共振振動の節となるような振動条件を、振動モードを変更することにより実現したことにより、上記課題を解決したものである。

【0013】請求項3の発明は、回転軸線方向にロータと第1共振子と第2共振子とがこの順に配置され、第1共振子と第2共振子との間に、回転軸線方向の振動が発生する超音波振動子が挟持され、第1共振子とロータの接触部に生じる振動によってロータに回転駆動力を与える超音波モータにおいて、前記ロータと第2共振子と同程度の高剛性に構成し、第1共振子をそれより低剛性に構成したことにより、上記課題を解決したものである。

【0014】請求項4の発明は、請求項3において、前記ロータと第2共振子の各々の外端側が共振振動の節となるように振動モードを設定し、前記共振振動の対称点を境界として、ロータ側の領域と第2共振子側の領域の固有振動数が等しくなるように、ロータの剛性を設定したことにより上記課題を解決したものである。

【0015】請求項5の発明は、請求項1～4において、前記ロータと第1共振子の接触部が、共振振動の腹となるように振動モードを設定したことにより、上記課題を解決したものである。

【0016】

【作用】請求項1の発明では、ロータと第2共振子の各々の外端側が振動の節となるから、その部分があまり振動しなくなる。よって、外部に振動を伝播することがなく、又、逆に外部の影響を受けて振動部分の固有振動モードが変化することもなくなり、常に安定した状態で効率良くモータ出力を取り出すことができる。

【0017】請求項2の発明では、振動モード（特に次高）を適当に選ぶことで、ロータと第2共振子の各外端側を振動の節とすることができるので、従来のハード構成をそのまま採用しながら、外部への振動の伝播を抑えることができる。

【0018】請求項3の発明では、中央に位置する第1共振子を低剛性とし、両端のロータ及び第2共振子と同程度の高剛性としたので、両端を容易に節とすることができ、中央部のみを大きく振動させることができる。

【0019】請求項4の発明では、振動の対称点の両側、つまりロータを含む領域と第2共振子を含む領域とで同じような振動が起こることになるため、振動の節を設定するのが容易になる。

【0020】請求項5の発明では、ロータと第1共振子の接触部に、共振振動の腹を位置させるので、同一の超音波振動子、同一の印加電圧、同一の押付力であっても、ロータの駆動トルクを効率良く取り出すことができる。

【0021】

【実施例】以下、図面に基づいて本発明の一実施例を詳

細に説明する。

【0022】図3において、ロータ101は、回転軸102に固定されている。回転軸102はケーシング103に軸受Bを介して軸方向移動可能且つ回転可能に設けられている。ロータ101の端面101aには共振子（振動体）104が部分的に接して設けられている。

【0023】共振子104は、軸線方向に沿って第1共振子104aと第2共振子104bとに2分割されており、該第1共振子104aと第2共振子104bとの間に2層の超音波振動子105が挟持されている。

【0024】超音波振動子105には、図4に示すように、8個の扇形の圧電素子105a～105bが円周上に分割して設けられ、同図に示されるように配線されている。又、各圧電素子105a～105bの中央にボルト106が貫通する孔115が形成されている。

【0025】又、超音波振動子105は、扇形に分離した圧電素子を円周方向に複数（図示の例で8個）並べてもよく、又、1枚の圧電素子の分極方向を扇形に区分するようにしてもよい。

【0026】一方、回転軸102にはねじ102aが切られており、該ねじ102aにはナット109が螺合されている。又、スプリング110によって相反方向に付勢される2個のスペーサ111が軸受Bとナット109とに接して設けられ、該ナット109を回転させることによりスプリング110の付勢力を変更し、ロータ101の端面101aと第1共振子104aの解放端面113との圧着力（振動体に対するロータの押付力）を可変としている。

【0027】前記第1共振子104aは、超音波振動子105の振動を受けて「斜板の首振り振動を複数結合した運動と等価な運動」が発生するべく、弾性材料（剛性の低い材料）によって構成されている。又、この第1共振子104aには円錐状の凹部112が設けられており、剛性がより小さくなるように工夫してある。

【0028】これに対し、第2共振子104bは、第1共振子104aと同一、又はこれより剛性の高い材料で構成されている。この第2共振子104bは、最低限の加工しか行われておらず、フランジ107が形成されていることと相まって第1共振子104aに比べ高剛性となるように設計されている。

【0029】又、ロータ101についても、第2共振子104bと同程度の高い剛性を持つように設計されている。具体的には第1共振子104a、第2共振子104b、ロータ101の剛性の違いを作り出すために、第1共振子104aはアルミニウム材で構成され、第2共振子104b及びロータ101は鋼材で製作されている。そして、第2共振子104bとロータ101の剛性を揃えるために、ロータ101の厚さが適当に調節・設定されている（後述）。

【0030】このような設計を行うと、ロータ101、

第1共振子104a及び第2共振子104bの各部分の固有振動数の値の相違から加振する周波数によっては、低剛性の第1共振子104aの部分のみが激しく振動するモードを形成させることができる。即ち、第2共振子104bとロータ101の各々の外端部に、共振振動の節を作るような振動を起こすことができる。

【0031】従って、ロータ101と第2共振子104bの特に外端部を、ほとんど振動しないようにすることができ、この結果、第2共振子104bに設けたフランジ107を介してケーシング103に固定することにより該ケーシング103に振動がほとんど伝達されず、しかもロータ101を介して被駆動物に振動がほとんど伝達されない超音波モータを得ることができる。

【0032】次に、ロータ101の剛性をより具体的にどの程度に設定するかについて説明する。

【0033】上述したように、ロータ101、第1共振子104a、第2共振子104bが軸方向に並んだ形の振動部分の両端を共振振動の節となるように励振するので、振動の対称点となる節又は腹の部分が存在することになる。従って、この対称点が概略前記した振動部分（ロータ101、第1共振子104a、第2共振子104b）の中央に位置するようにし、さらにこの対称点を境界とする2つの領域（一方はロータ101側、他方は第2共振子104b側）が同じ固有振動数を持つように、ロータ101の剛性を設定するようにする。

【0034】図1はロータ101の厚さ（軸方向の実効厚さ）Xの違いによる振動の対称点の位置の違いを示している。この図に示すように、ロータ101の厚さXを大きくして（図の左は厚さX=5であるが、右は厚さX=15としている）、第2共振子104bと剛性を等しくし、振動の対称点（この場合は「節」）の位置を振動部分の長さ方向（軸方向）の略中央に設定した場合、振動部分の対称点を境にして両側がほぼ同じ態様で振動することになり、モータの両端を節に設定するのが容易になると共に、振動が安定する。

【0035】更に、モータから大きな出力を取り出すという観点より、振動モードの次数について検討してみる。

【0036】図2は、ロータ101の剛性が低い従来例と本発明との振動の違いを比較して示している。本図では、次数の違いによる振動の違いをも示している。従来例では第2共振子104bの外端部については、これが節となるような配座はあったものの、ロータ101の剛性が低いため、ロータ101の外端部は振動の節とならず、振動の腹となっていた。それは、ロータ101については、トルクを大きく取り出すには大きく振動した方がいいという思想があったためでもあった。一方、本発明では、ロータ101の剛性を高く確保したため、ロータ101と第2共振子104bの外端部を振動の節とすることができる。

【0037】この場合、第1共振子104aとロータ101の「接触部分」が大きく振動することが望まれる。このために、使用する振動モードの次数を、上記接触部分が振動の腹の位置にくるように設定する。通常、接触部分は、モータの中央ではなく、端の方に設定されているため、1次モードよりも、2次、3次のモードの方が適切であることが図から分かる。

【0038】ところで、前述したように第1共振子104aには円錐状の凹部112が形成されており、該第1共振子104aの解放端面113がロータ101の端面101aと接するようになっている。解放端面113の断面形状はこの実施例では円弧形状となっているがテーパー形状等であってもよい。

【0039】ロータ101の端面101aは、共振子104aが変形しながら接触するものであるため、該共振子104aの振動変位を有効に取出すために僅かに傾斜する円錐面とされている。

【0040】共振子104、具体的には第1共振子104aの解放端面113とロータ101の表面には摩耗防止のための表面処理が施される。従来の超音波モータの場合は比較的軟質の樹脂（例えばポリイミド、PPS等）をライニング材として用いることができる。一方、出願人が特開平5-267167で提案した未公知の高トルク超音波モータの場合は、例えば、第1共振子104aの素材がアルミ系素材であったときには、硬質アルマイト処理やN1-Pめっき処理等の表面硬化処理が適当である。又、ロータ101のほうは、例えばこの素材がスチール系であったときには、熱処理、硬質クロムメッキ処理等の表面硬化処理が適当である。

【0041】次に、この実施例の作用を説明する。

【0042】この実施例では超音波振動子105の構成が図4のようになっているため、該超音波振動子105によって第1共振子104aに発生される振動態様には斜板の伸縮が表われる方向が互いに45°ずれた2つの振動態様が存在することになる。この場合、両者の共振周波数は同一である。

【0043】この2つの振動態様のうち一方のみを励振していても回転力は発生しないが、2つの態様を位相差を設けて同時に励振することにより、図5に示されるようにあたかも斜板の首振り振動運動の原理に基づくこまが2個結合して回転しているかのような現象を発生させることができる。

【0044】そのため第1共振子104aは常に2点以上においてロータ101と接触することになり、第1共振子104aやロータ101にモーメントが作用することがなくなる。その結果、静粛で安定性のある駆動を実現できるようになる。

【0045】更に、この実施例によれば、このように振動源の構造として超音波振動子105を第1、第2共振子104a、104bによって挟持し、ボルト106で

強く締め付けられた構造を採用しているため、構造が簡単で低コスト、高効率、長寿命で、且つ単位体積当たり、あるいは単位重量当たりの出力をハード構成上に於いても極めて大きく確保することができる。即ち、このようなハード構造で軸方向の振動によって駆動力を得ているため、従来の進行波型の超音波モータに比べて非常に高い駆動力を得ることができる。

【0046】又、ロータ101、第1共振子104a及び第2共振子104bの剛性を所定の値に設定することにより、ロータ101及び第2共振子104bの各外端部を共振振動の節とすることが容易にでき、その結果、両外端部をほとんど振動しないようにすることができる。従って、第2共振子104bの側にフランジ107を形成し、このフランジ107を介してケーシング103に固定することにより、駆動中心部の振動をケーシング108にまで伝播させないようにすることができ、又ロータ101を介しての振動の伝播も抑えることができ、非常に静粛な超音波モータを得ることができる。

【0047】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明によれば、第2共振子及びロータを介して外部へ、あるいは外部から伝播される振動を軽減し、回転安定性、静粛性及び効率の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係るロータの剛性の違いによる共振振幅の違いを示す線図

【図2】本発明の一実施例に係る振動モードの次数の違いによる各部分の振幅の違いを示す線図

10 【図3】本発明の実施例に係る超音波モータの構成を示す縦断面図

【図4】上記実施例の超音波振動子の構成を示す平面図

【図5】上記超音波モータの第1共振子によって合成される振動モードを説明するための線図

【符号の説明】

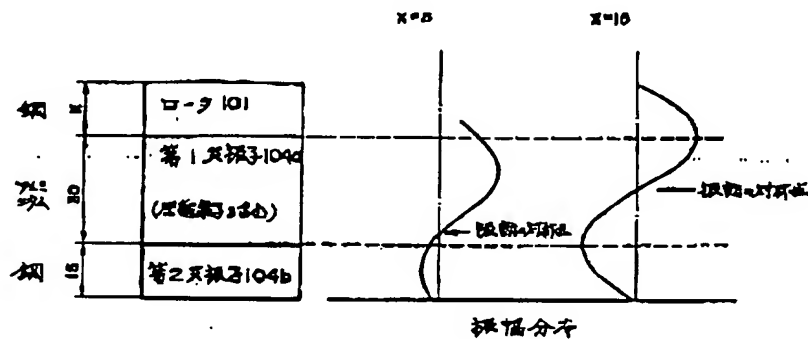
101…ロータ

104a…第1共振子

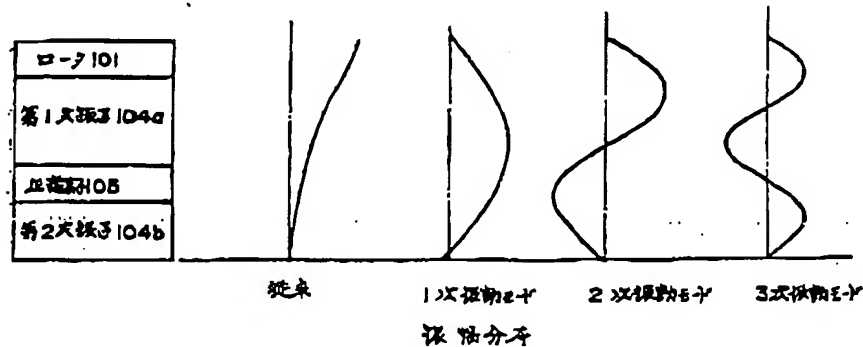
104b…第2共振子

105…超音波振動子

【図1】

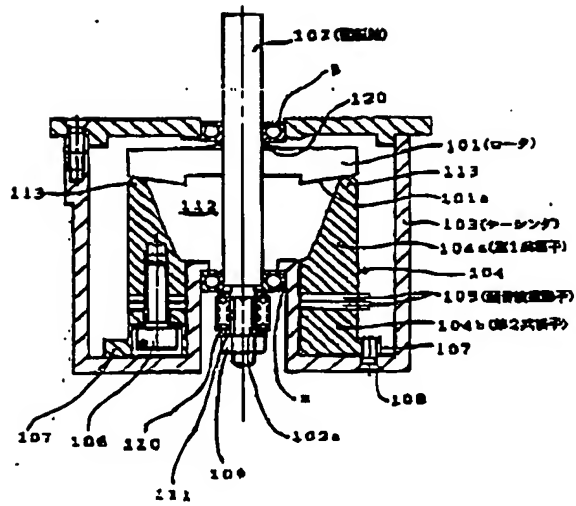


【図2】

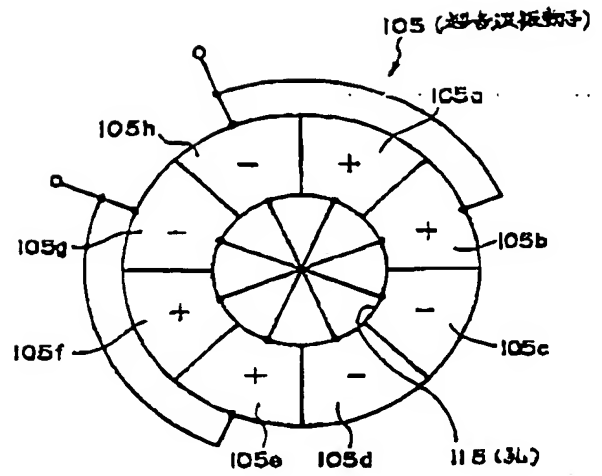




【図3】



【図4】



【図5】

